

## Řešení úloh 2. kola EF 51. ročníku FO

1. Nákladní vlak – hodnocení: 2 + 1 + 1 + 1 + 2 + graf 3 = 10

a)  $s_1 = \frac{1}{2} v_1 t_1 = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 60 \text{ m} = 450 \text{ m}.$

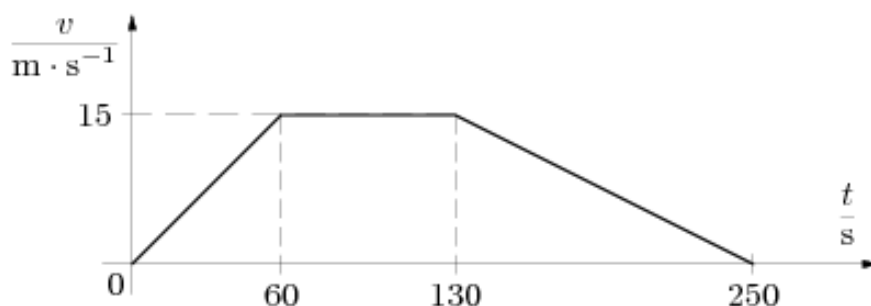
b)  $d = v_1 t_2 = 15 \cdot 40 \text{ m} = 600 \text{ m}.$

c)  $s_3 = d = 450 \text{ m}.$

d)  $s_4 = \frac{1}{2} v_1 t_4 = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 120 \text{ m} = 900 \text{ m}.$

e)  $v_p = \frac{450 + 600 + 450 + 900}{250} \text{ m/s} = 9,6 \text{ m/s} = 35 \text{ km/h}.$

Graf závislosti rychlosti na čase je znázorněn na níže uvedeném obrázku.



2. Tři vozidla nákladní dopravy – hodnocení 4 + 3 + 3 = 10

a) Budeme popisovat pohyb obou vozidel z hlediska cestujících v autobusu, (řidič autobusu musí sledovat vozovku a jízdní situaci). Začneme ze vzdálenosti 20 m za zadní částí posledního nákladního auta, pak se autobus dostane na stejnou úroveň po 18 m, dále pak bude jeho zadní část míjet předeek posledního nákladního auta po 18 m, následuje pohyb podél mezery podél nákladními auty, ... autobus se zařadí zpět ve vzdálenosti 20 m před prvním nákladním autem, musí tedy ujet navíc (kromě drah nákladních aut  $15t$ ) celkem  $(20 + 18 + 30 + 18 + 30 + 18 + 14 + 20) \text{ m} = 168 \text{ m}$  (což urazí ve stejné době, tedy  $20t$ ). Platí  $168 + 15t = 20t$ , z čehož  $t = 33,6 \text{ s}$ .

b) Autobus urazí dráhu  $s_1 = 33,6 \cdot 20 \text{ m} = 672 \text{ m}$ , nákladní auta dráhu  $s_2 = 33,6 \cdot 15 \text{ m} = 504 \text{ m}$ .

Dráha autobusu určuje délku silnice, která je pro vozidla v protisměru neprůjezdná.

c) Autobus a osobní automobil se k sobě přibližují rychlostí  $(72 + 90) \text{ km/h} = 162 \text{ km/h} = 45 \text{ m/s}$ . Předjíždění trvá 33,6 s; nejmenší vzdálenost osobního auta před prvním vozidlem kolony tedy musí být  $s_{\min} = 45 \cdot 33,6 \text{ m} = 1512 \text{ m}$ .

### 3. Cyklista se pohybuje – hodnocení: 2 + 2 + 3 + 3 = 10

- a) Odporová síla  $F_0 = 0,32v^2$ ,  $F_{0\min} = 0,32 \cdot 10^2 \text{ N} = 32 \text{ N}$ ,  
 $F_{0\max} = 0,32 \cdot 15^2 \text{ N} = 72 \text{ N}$ . Velikost  $F_0$  je tedy nabývá hodnot od 32 N do 72 N.
- b) Práce cyklisty  $W = F_0 \cdot s$ .  $W_{\min} = F_{\min} \cdot s = 320 \text{ kJ}$ ,  $W_{\max} = F_{\max} \cdot s = 720 \text{ kJ}$ . Práce  $W$  tedy nabývá hodnot od 320 kJ do 720 kJ.
- c) Výkon cyklisty  $P = F_0 v = kv^3$ .  
 $P_{\min} = 0,32 \cdot 10^3 \text{ W} = 320 \text{ W}$ ,  $P_{\max} = 0,32 \cdot 15^3 \text{ W} = 1080 \text{ W}$ . Výkon  $P$  tedy nabývá hodnot od 320W do 1 080 W.
- d) Výkon  $P = F_0 \cdot v = kv^3$ , z čehož  $v = \sqrt[3]{\frac{P}{k}} = \sqrt[3]{\frac{1500}{0,32}} \text{ m/s} = 16,7 \text{ m/s} = 60 \text{ km/h}$ .  
Rychlost cyklisty při daném výkonu je 60 km/h.

### 4. Vaříme a pijeme čaj – hodnocení: 2 + 3 + 2 + 3 = 10

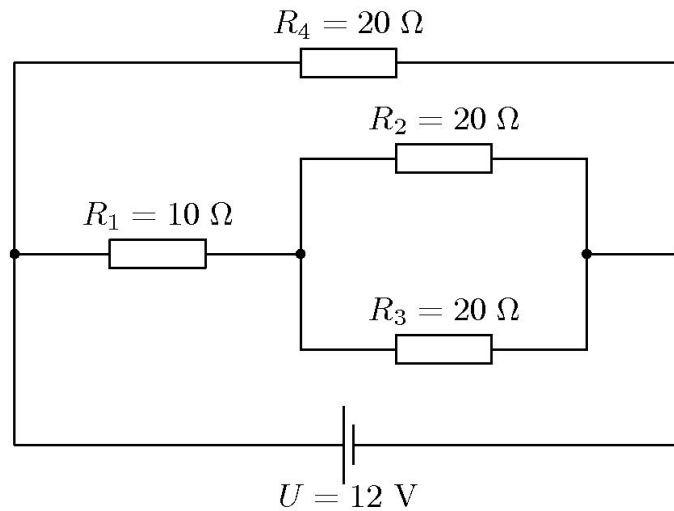
- a) Pro ohřívání platí  $cm\Delta t = P\eta\tau$ , z čehož doba ohřívání  
 $\tau = \frac{cm\Delta t}{P\eta} = \frac{4200 \cdot 0,8 \cdot (100 - 15)}{2000 \cdot 0,85} \text{ s} = 168 \text{ s} = 2,8 \text{ min}$ .
- b) Označme  $t_1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $N$  počet kousků ledu. Potom platí  
 $cm(t_1 - t) = Nm_L l_t + cNm_L(t - 0)$ , z čehož  
 $t = \frac{cmt_1 - Nm_L l_t}{c(m + Nm_L)} = \frac{4200 \cdot 0,8 \cdot 95 - 2 \cdot 0,02 \cdot 330000}{4200 \cdot (0,8 + 2 \cdot 0,02)} \text{ }^\circ\text{C} = 87 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
Teplota čaje tedy poklesla o 8  $^\circ\text{C}$ .
- c) Další dva kousky ledu  
 $t' = \frac{cm't'_1 - Nm_L l_t}{c(m' + Nm_L)} = \frac{4200 \cdot 0,84 \cdot 87 - 2 \cdot 0,02 \cdot 330000}{4200 \cdot (0,84 + 2 \cdot 0,02)} \text{ }^\circ\text{C} = 79 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
Teplota čaje opět poklesla o dalších 8  $^\circ\text{C}$ .
- d) Označme  $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Z rovnice  $cm(t_1 - t_2) = N_1 m_L l_t + cN_1 m_L(t_2 - 0)$ , vyjádříme  $N_1$ . Dostaneme  
 $N_1 = \frac{cm(t_1 - t_2)}{m_L \cdot (l_t + ct_2)} = \frac{4200 \cdot 0,8 \cdot (95 - 30)}{0,02 \cdot (330000 + 4200 \cdot 30)} = 24$ . Nejméně 24 kousků ledu.

### 5. Svítíme i ve dne – hodnocení: 3 + 4 + 3 = 10

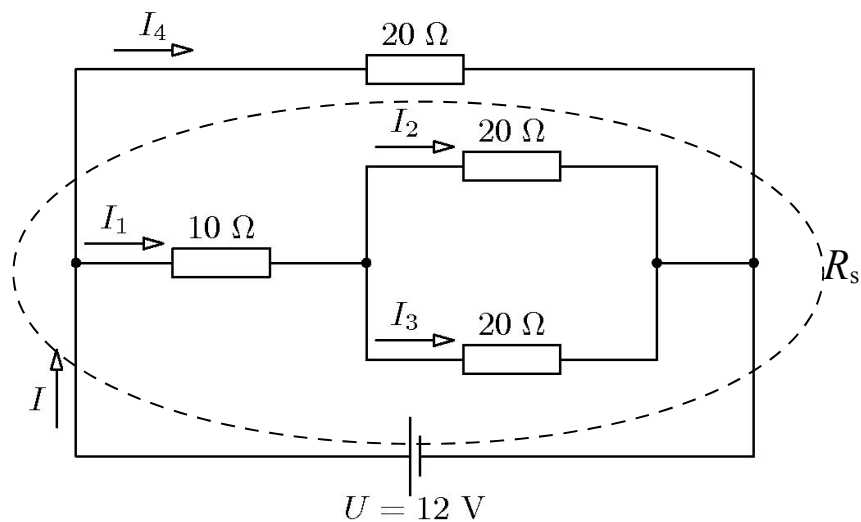
- a) Celkový výkon  $P = (2 \cdot 55 + 20) \text{ W} = 130 \text{ W}$ .
- b) Roční elektrická práce je  $W = P \cdot \tau = 130 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 3600 \text{ J} = 280,8 \text{ MJ}$ .  
Potřebný objem benzínu spotřebovaný při svícení za rok  
 $V = \frac{W}{\eta \cdot H} = \frac{280,8 \cdot 1000000}{0,22 \cdot 33 \cdot 1000000} \text{ litrů} = 39 \text{ litrů}$ .
- c) Podle podmínek zadání je v ČR 2,5 miliónu automobilů. Celková roční spotřeba benzínu všech automobilů v ČR je  $V_{\text{celk}} = 2500000 \cdot 39 \text{ litrů} = 97 \text{ miliónu litrů}$ .

6. Ve fyzikální laboratoři – hodnocení: 2 + 2 + 2 + 4 = 10

a) Schéma elektrického obvodu



b) Doplnění obrázku z 6 a) pro další řešení:



Odpor dolní větve obvodu (v čárkovaném oválu) nahradíme jediným rezistorem o odporu  $R_s$ . Potom platí

$$R_s = 10 \Omega + \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{20}} \Omega = 20 \Omega \quad \text{Celkový odpor } R \text{ je pak dán vztahem:}$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{20}} \Omega = 10 \Omega$$

Celkový proud je pak  $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{10} \text{ A} = 1,2 \text{ A}$ . Protože  $R_s = R_4$ , je  $I_1 = I_4 = \frac{I}{2} = 0,6 \text{ A}$ .

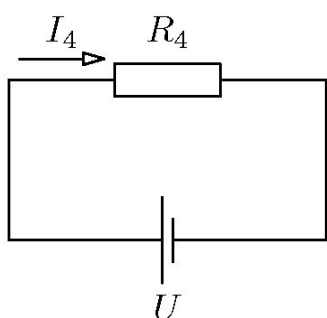
Dále pak platí  $I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2} = \frac{I}{4} = 0,3 \text{ A}$ .

c) Výkony na jednotlivých rezistorech jsou:

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 3,6 \text{ W}, P_2 = R_2 I_2^2 = 1,8 \text{ W}, P_3 = R_3 I_3^2 = 1,8 \text{ W}, P_4 = R_4 I_4^2 = 7,2 \text{ W}.$$

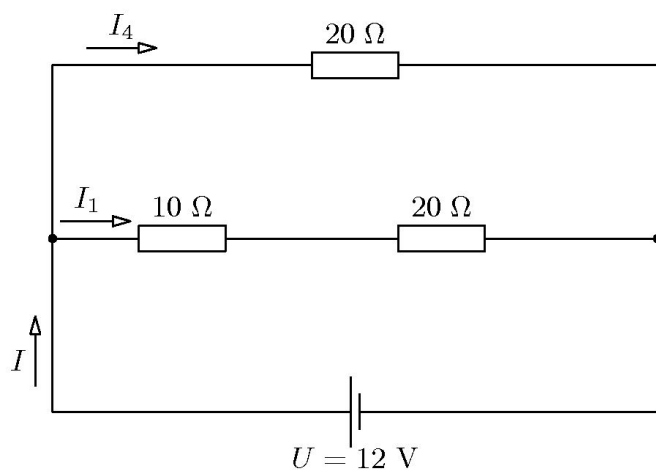
d) Postupně budeme rozlišovat jednotlivé případy.

1. Bude-li vadný rezistor  $R_1$ , potom touto větví nepoteče proud. Náhradní schéma vypadá takto:



Potom  $I_4 = \frac{U}{R_4} = \frac{12}{20} \text{ A} = 0,6 \text{ A}.$

2. Bude-li vadný rezistor  $R_2$ , potom obvod můžeme překreslit dle níže uvedeného obrázku.



Celkový odpor obvodu je pak roven

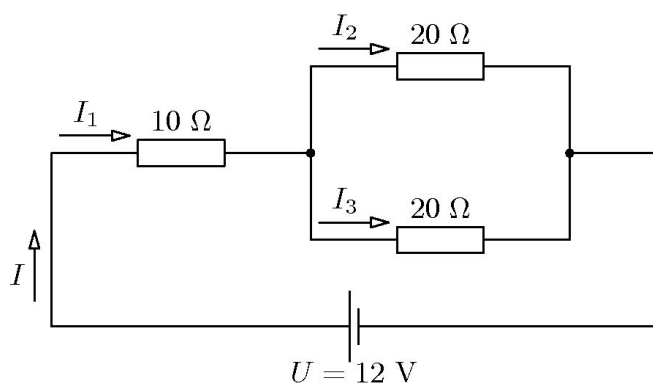
$$R = \frac{1}{\frac{1}{10+20} + \frac{1}{20}} \Omega = 12 \Omega$$

Potom  $I = \frac{U}{R} = \frac{12}{12} \text{ A} = 1 \text{ A}.$

Z obrázku vyplývá  
 $30I_1 = 20I_4, I_1 + I_4 = 1 \text{ A},$   
 z čehož  $I_1 = 0,4 \text{ A}; I_4 = 0,6 \text{ A}.$

3. Bude-li vadný rezistor  $R_3$ , bude situace analogická předchozímu případu, proudy budou mít stejnou velikost jako v případě 2.

4. Bude-li vadný rezistor  $R_4$ , můžeme obvod opět překreslit:



Celkový elektrický odpor v obvodu bude mít stejnou velikost jako  $R_s$  v úloze b), tj.  $R_s = 20 \Omega.$

Potom  $I_1 = I = \frac{12}{20} \Omega = 0,6 \text{ A}.$

Dále pak  $I_2 = I_3 = \frac{I_1}{2} = 0,3 \text{ A}.$